



REC'D 15 AUG 2003

WIPO PCT

22 MAR 2005

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 45 242.3

**Anmeldetag:** 26. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Überstromerkennung eines elektrischen Antriebes

**IPC:** H 02 H, H 02 P

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 22. Juli 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Ebert

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

R. 304150

26. September 2002

5 Robert Bosch GmbH

**Verfahren zur Überstromerkennung eines elektrischen Antriebes**10 Technisches Gebiet

In Kraftfahrzeugen mit Verbrennungskraftmaschinen, sind auch bei niedrigen Geschwindigkeiten hohe Kühlleistungen zu erbringen. Dazu werden in der Regel Gebläse eingesetzt, die eine Wärmeabfuhr bewirken, wenn der Fahrtwind bei niedrigen Geschwindigkeiten des Kraftfahrzeuges nicht mehr zur Wärmeabfuhr am Kühler ausreicht. An Personenwagen kommen in der Regel einteilige Kunststofflüfter zum Einsatz, welche zunehmend auch bei Nutzfahrzeugen zur Wärmeabfuhr Eingang finden.

Stand der Technik

20

25

30

35

An Kühlgebläsen von Verbrennungskraftmaschinen werden heute Gleichstrom-Motoren (DC-Motoren) eingesetzt, über welche das Lüfterrad des Gebläses gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer Kupplung angetrieben wird. Die eingesetzten elektrischen Antriebe werden über Leistungssteuerungen angesteuert, wozu eine Taktung der Versorgungsspannung bei einer Frequenz über 15 kHz erfolgt. Die Taktung der Versorgungsspannung erfolgt durch Pulsweitenmodulation, mit der das Pulsweitenverhältnis, d. h. die Pulspausenlänge zwischen den Ansteuerungsimpulsen verlängert oder verkürzt werden kann, wodurch sich die Klemmenspannung an den Klemmen der eingesetzten elektrischen Antriebe in einem weiten Bereich variieren lässt. Durch die Variation der Klemmenspannung an den Klemmen der elektrischen Antriebe des Kühlgebläses kann die Stromaufnahme des elektrischen Antriebes bzw. das Drehmoment des elektrischen Antriebes geregelt oder vorgegeben werden. Ferner kann mit Hilfe der Pulsweitenmodulation der Versorgungsspannung die Drehzahl der elektrischen Antriebe in weiten Bereichen verstellt werden. Dies ist besonders dann von Interesse, wenn das Fahrzeug mit geringer Geschwindigkeit fährt oder stillsteht. Dann kann durch eine Erhöhung der Drehzahl des elektrischen Antriebes des Lüfterrades eine ausreichende Wärmeabfuhr am Kühler der Verbrennungskraftmaschine herbeigeführt werden, wenn die Kühlung durch den den Kühler durchströmenden Fahrtwind nicht mehr ausreichend ist.

Die Taktung der Versorgungsspannung, die an den Klemmen der elektrischen Antriebe anliegt, macht hingegen den Einsatz von Freilaufdioden sowie Kondensatorelementen erforderlich. In der Regel kommen Elektrolytkondensatoren zum Einsatz. Die Freilaufdiode ermöglicht den Freilauf des elektrischen Antriebes bzw. der elektrischen Antriebe, während die Elektrolytkondensatoren den Freilauf für die Zuleitung ermöglichen. Damit die Elektrolytkondensatoren auch unter hohen Temperaturen problemlos arbeiten und die geforderten Lebensdauern erreichen, werden diese in der Regel kapazitätsmäßig großdimensioniert. Ferner kann es erforderlich sein, zwei Elektrolytkondensatoren parallel zu schalten, um die gewünschte Glättung der Restwelligkeit zu erreichen.

DE 197 32 094 A1 bezieht sich auf eine Steuerschaltung für einen Gleichstrom-Motor. Dem Gleichstrom-Motor ist ein Elektrolytkondensator parallelgeschaltet. Die Steuerschaltung weist eine Freilaufdiode und eine Verpolschutzeinrichtung auf, die einen Transistorschalter mit einer diesem parallel geschalteten Diode enthält. Die Verpolschutzeinrichtung ist in den Stromkreis des Elektrolytkondensators und der Freilaufdiode geschaltet. Der Transistorschalter ist als N-Kanal Leistungs-MOSFET ausgebildet und liegt mit seinem Drain-Anschluss am Minus-Anschluss des Elektrolytkondensators und an der Anode der Freilaufdiode. Die Freilaufdiode liegt mit ihrer Kathode an der positiven Seite des Gleichstrom-Motors. Der Source-Anschluss ist an die negative Seite des Gleichstrom-Motors angeschlossen und der Gate-Anschluss über einen Widerstand an eine positive Spannung angelegt.

DE 197 32 098 A1 bezieht sich ebenfalls auf eine Steuerschaltung für einen Gleichstrom-Motor. Der Gleichstrom-Motor wird getaktet angesteuert und umfasst einen parallel geschalteten Elektrolytkondensator sowie eine Freilaufdiode. Gemäß dieser Lösung wird die Steuerabstrahlung dadurch verringert, dass zwischen der positiven Motorversorgungsspannung und dem Plus-Anschluss des Elektrolytkondensators eine Drossel angeschlossen wird, und dass die Freilaufdiode mit ihrer Kathode zwischen der Drossel und dem Elektrolytkondensator und mit ihrer Anode an der negativen Seite des Gleichstrom-Motors liegt.

In derzeitigen Ausführungen von Gebläseansteuerungen für Motorkühlgebläse erfolgt eine Überstromerkennung durch Erfassung eines Stroms im Freilaufkreis des elektrischen Antriebes. Die Messung des Stroms im Freilaufkreis des elektrischen Antriebes erfolgt indirekt durch die Messung der induzierten Spannung an der Leitungsinduktivität des Freilaufkreises. Ferner kann die Stromerfassung im Freilaufkreis über einen Shunt realisiert werden, was jedoch den Nachteil hat, dass es zur Erzeugung von Verlustleistung und damit zur

Wärmeerzeugung kommt. Ferner ist die Strommessung unter Einsatz eines Shunts relativ kostspielig. Die skizzierten Verfahren zur Messung der induzierten Spannung an der Leitungsinduktivität des Freilaufkreises sind neben anderen Parametern abhängig von der Leitungsführung und von dem Schaltverhalten der Leistungstransistoren. Die Messung der induzierten Spannung an der Leitungsinduktivität des Freilaufkreises ist wegen der geringen Spannungen und der Hochohmigkeit empfindlich auf Störeinstrahlungen, z. B. durch elektrische Felder.

### Darstellung der Erfindung

Mit dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahren lässt sich ein Blockieren eines elektrischen Antriebes durch eine indirekte Überstromerfassung feststellen. Ein Blockieren, eine Schwergängigkeit oder die jeweilige Drehzahl des elektrischen Antriebes können über dem Strom bzw. die Stromform oder auch aus von der Stromform abgeleiteten Spannungsimpulsen bei Ansteuerungen eines Leistungshalbleiterbauelementes, wie z. B. eines MOSFET's gewonnen werden.

Der elektrische Antrieb eines Motorkühlgebläses wird im Teillastbereich mit einem PWM-Taktsignal  $< 100\%$  angesteuert. Dabei werden die Impulse des Stromes innerhalb einer Auswerteschaltung, in der ein Mikrocontroller ( $\mu C$ ) aufgenommen ist, gezählt. Die Auswerteschaltung umfasst dazu einen vorgespannten Komparator, der bei Überschreiten einer Schwelleneingangsspannung den Ausgang umschaltet. Der Flankenwechsel am Ausgang des unter Vorspannung stehenden Komparators kann durch den Mikrocontroller erfasst und die Anzahl der Flankenwechsel können in diesem gezählt werden.

Bei normalem Betrieb des elektrischen Antriebes beträgt die Anzahl der Flanken A1. Dieser Wert A1 stellt einen Referenzwert dar. Wird eine Anzahl von Flanken A1\* ermittelt, die geringer ist als die bei Normalbetrieb des elektrischen Antriebes auftretende Anzahl von Flanken, kann ein Defekt am Leistungshalbleiterbauelement (MOSFET), am elektrischen Antrieb selbst oder an den elektrischen Verbindungsleitungen vorliegen. Daraufhin wird die Bestromung des elektrischen Antriebes über die Auswerteschaltung durch Ausschaltung der Stromansteuerung unterbunden.

Bei voller Ansteuerung des elektrischen Antriebes mit einer Pulsweitenmodulations-Taktung von 100%, kann zyklisch für eine kurze Zeitspanne auf ein Taktverhältnis von 99% geschaltet werden. Es erfolgt eine Abprüfung dahingehend, ob eine bestimmte Anzahl A2 von Impulsen pro Zeitabschnitt auftreten. Wird bei der Abprüfung der Anzahl von Impulsen A2 pro Zeitabschnitt eine Anzahl A2\* ermittelt, die geringer ist als die Anzahl A2,

wird auf einen Defekt am Leistungshalbleiterbauelement (MOSFET), am elektrischen Antrieb selbst oder im Freilaufkreis oder an den elektrischen Verbindungsleitungen geschlossen und die Bestromung des elektrischen Antriebes ausgeschaltet.

- 5 Ein Blockieren des elektrischen Antriebes kann darüber hinaus über die Erfassung des Absolutwertes der Spannung des elektrischen Antriebes ermittelt werden. Beim Blockieren des elektrischen Antriebes überschreitet der absolute Spannungswert eine Grenzspannung. Die Höhe des Absolutwertes der Spannung kann durch den Mikrocontroller erfasst werden, welcher unmittelbar darauf eine Abschaltung des den elektrischen Antrieb steuernden Leistungshalbleiterbauelementes vornimmt. Da die Grenzspannung des elektrischen Antriebes abhängig vom PWM-Taktsignal und von der Versorgungsspannung ist, kann eine Anpassung der Grenzspannung durch den Mikrocontroller  $\mu C$  abhängig vom PWM-Taktsignal und der Spannungsversorgung  $U_B$  erfolgen.
- 10

### Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehend erläutert.

Es zeigt:

20

Figur 1 Ein Prinzipschaltbild einer Auswerteschaltung zur Überstromerkennung eines elektrischen Antriebes und

25

Figur 2 eine erweiterte Auswerteschaltung mit Spannungsabgriff zwischen Leistungshalbleiterbauelement und Komparator.

### Ausführungsvarianten

30

Figur 1 ist das Prinzipschaltbild einer Auswerteschaltung zur Überstromerkennung eines elektrischen Antriebes zu entnehmen.

35

Ein in ein Fahrzeugbordnetz 4 integrierter Energiespeicher in Form einer Fahrzeugbatterie stellt eine Spannungsquelle 1 dar. Der Spannungsquelle 1 ist ein Kondensator 2 parallel geschaltet, mit welchem Spannungsspitzen bzw. Spannungsschwankungen innerhalb des Bordnetzes 4 eines Fahrzeuges geglättet werden können. Im Bordnetz 4 ist ein elektrischer Antrieb 3 aufgenommen, welcher beispielsweise das Lüfterrad eines Motorkühlgebläses antreibt. Im Prinzipschaltbild gemäß Figur 1 erfolgt die Ansteuerung des elektrischen Antriebes 3 über ein erstes Leistungshalbleiterbauelement, welches als MOSFET, oder als

Bipolartransistor oder vergleichbares Leistungshalbleiterbauelement ausgebildet sein kann. Der Freilauf des elektrischen Antriebes 3 wird durch eine in einem Freilaufkreis 6 aufgenommene Freilaufdiode 5 realisiert.

- 5 Das erste Leistungshalbleiterbauelement 7, beispielsweise ausgeführt als ein MOSFET-Transistor 7 umfasst eine Transistorbasis 8 (G), der gegenüberliegend ein Source-Gate 9 (S) sowie ein Drain-Gate 10 (D) angeordnet sind. Die Ansteuerung des elektrischen Antriebes 3 erfolgt durch eine Ansteuerung der Transistorbasis 8 (G) des ersten Leistungshalbleiterbauelementes 7 über eine Ansteuerleitung 13. Soll der elektrische Antrieb 3 zum Antrieb eines Lüfterrades eines Motorkühlungsgebläses im Teillastbereich betrieben werden, wird das erste Leistungshalbleiterbauelement 7 mittels eines auf der Ansteuerleitung 13 aufgegebenen PWM-Signales  $< 100\%$  angesteuert. Wird der elektrische Antrieb 3 gemäß des Prinzipschaltbildes 1 jedoch bei Volllast betrieben, so erfolgt die Ansteuerung des elektrischen Antriebes 3 über das erste Leistungshalbleiterbauelement 7 mittels eines PWM-Signales 29 von  $100\%$ , das in diesem Falle auf der Ansteuerleitung 13 der Transistorbasis 8 (G) anliegt.

- 20 In der Darstellung gemäß Figur 1 erfolgt die Ansteuerung der Transistorbasis 8 (G) des ersten Leistungshalbleiterbauelementes 7 über ein Pulsweiten-Signal 29, welches von einem Mikrocontroller 25 ( $\mu C$ ) an dessen Ausgangsseite 28 ausgegeben wird. Der Mikrocontroller 25 ( $\mu C$ ) umfasst an einer Eingangsseite 26 einen Eingang zur Zählung von in einer Auswerteschaltung 37 ermittelten Impulsen, die z. B. als Flankenwechsel 20 vorliegen können.

- 25 Eine Schwergängigkeit bzw. ein Blockieren des elektrischen Antriebes 3 kann durch eine indirekte Überstromerfassung festgestellt werden. Ein Blockieren bzw. eine Schwergängigkeit sowie die Drehzahl des elektrischen Antriebes 3, kann durch aus dem Strom I bzw. aus der Stromform oder aus der von der Stromform abgeleiteten Spannungsimpulsen des Stromes bei Steuerung des ersten Leistungshalbleiterbauelementes 7 ermittelt werden. Im einwandfreien Betrieb des elektrischen Antriebes 3, erzeugt jedes Durchschalten des ersten Leistungshalbleiterbauelementes 7 im Rahmen der PWM-Ansteuerleitung einen Strom I, der über das erste Leistungshalbleiterbauelement 7 fließt. Bei dem als erstes Leistungshalbleiterbauelement 7 eingesetzten elektronischen Bauteil, handelt es sich bevorzugt über ein den Strom sensierendes elektronisches Bauteil (SENSEFET). Der über das erste Leistungshalbleiterbauelement 7, entsprechend der Ansteuerung durch das PWM-Signal, fließende Strom I, erzeugt auswertbare bzw. zählbare Impulse. Zur Erfassung der beim Durchschalten des ersten Leistungshalbleiterbauelementes 7 auftretenden Ströme sind den ersten Leistungshalbleiterbauelement 7 ein erster Abgriff 11 bzw. ein zweiter Abgriff 12 zuge-
- 30
- 35

ordnet, über welchen aus der Stromform des Stromes I abgeleitete Spannungsimpulse der Auswerteschaltung 37 zuführbar sind.

Die in Figur 1 schematisch mit ihren wesentlichen Komponenten wiedergegebene Auswerteschaltung 37 umfasst ein Komparatorbauelement 14. An der Eingangsseite 15 des Komparatorbauelementes 14 befindet sich ein erster Komparatoreingang 17 (-) sowie ein zweiter Komparatoreingang 18 (+). Der erste Komparatoreingang 17 steht mit dem ersten Abgriff 11 in Verbindung, während am zweiten Komparatoreingang 18 eine Versorgungsspannung anliegt. Der Ausgang des Komparatorbauelementes 14 ist mit Bezugszeichen 16 gekennzeichnet. Als Komparatorbauelement 14 innerhalb der Auswerteschaltung 37 kommt bevorzugt ein mit einer Vorspannung 19  $V_{CC}$  beaufschlagtes Komparatorbauelement 14 zum Einsatz. Die Spannungsbeaufschlagung des Komparatorbauelementes 14 mit einer Vorspannung 19 ( $V_{CC}$ ) folgt über einen ersten Widerstand 21 ( $R_1$ ), einen diesem parallel geschalteten Widerstand 22 ( $R_2$ ) sowie einen dritten Widerstand 23 ( $R_3$ ), der in Reihe mit dem ersten Widerstand 21 liegt. Der Vorspannung 19 ( $V_{CC}$ ) wird dem Komparatorbauelement 14 an der Eingangsseite 15 am zweiten Komparatoreingang 18; die Anschlussstelle wird durch eine Klemme 24 gebildet. Über die Vorspannung 19 ( $V_{CC}$ ), mit der das Komparatorbauelement 14 beaufschlagt ist, wird die Schwelleingangsspannung des Komparatorbauelementes 14 vorgegeben. Am zweiten Abgriff 12 wird der zu sensierende Strom  $I_S$  erfasst. Der zu sensierende Strom  $I_S$  fließt durch einen Widerstand  $R_S(R_{Sense})$ , der bei KS mit der Leitung, die zum ersten Komparatoreingang 17 führt, verbunden ist. KS stellt eine Temperaturerfassungsstelle in Bezug auf das erste Leistungshalbleiterbauelement 7 dar. Wird diese Schwelleingangsspannung, die im vorliegenden Falle dem zweiten Komparatoreingang 18 (+) aufgegeben wird, von einem erfassten Spannungswert überschritten, so schaltet das Komparatorbauelement 14 seinen Ausgang 16 um. Das Umschalten des Ausganges 16 ist durch einen Flankenwechsel 20 gekennzeichnet. Dieser Flankenwechsel 20 kann durch den Mikrocontroller 25 ( $\mu C$ ) detektiert und in diesem gezählt werden. Dazu werden die am Ausgang 16 des vorgespannten Komparatorbauelementes 14 auftretenden Flankenwechsel 20 einem Eingang 27 auf der Eingangsseite 26 des Mikrocontrollers 25 ( $\mu C$ ) aufgegeben.

Wird der elektrische Antrieb 3 gemäß des Prinzipschaltbildes in Figur 1 im Teillastbereich, d.h. mit einem PWM-Taktsignal  $< 100\%$ , betrieben und stellt sich ein normaler Betriebszustand ein, so beträgt die Anzahl der Flankenwechsel 20, die die erfassbaren Impulse darstellen, A1. Diese im Normalbetrieb des elektrischen Antriebes 3 im Teillastbereich auftretende Anzahl von Flankenwechseln 20 ist im Mikrocontroller 25 ( $\mu C$ ) abgespeichert und stellt einen Referenzwert dar. Werden in der Auswerteschaltung 37 eine Anzahl von Impulsen, d. h. Flankenwechseln 20 an der Ausgangsseite 16 des vorgespannten Komparator-

bauelementes 14, A1\* an den Eingang 27 des Mikrocontrollers 25 ( $\mu\text{C}$ ) übermittelt, so erfolgt ein Vergleich zwischen der im Normalbetrieb auftretenden Anzahl von Flankenwechseln 20, A1, mit der ermittelten Anzahl von Flankenwechseln 20 A1\*. Unterschreitet die Anzahl A1\* von Flankenwechseln 20 die Anzahl A1 zu erwartender Flankenwechsel 20 im Normalbetrieb des elektrischen Antriebes 2 innerhalb eines vorgebbaren Zeitfensters, so wird auf einen Defekt entweder am ersten Leistungshalbleiterbauelement 7, am elektrischen Antrieb 3 sowie im Freilaufkreis 6 geschlossen. Es kann auch ein Defekt an elektrischen Verbindungen vorliegen. Bei Feststellung einer Unterschreitung der zu erwartenden Anzahl A1 von Impulsen durch die tatsächlich ermittelte Anzahl A1\* von Flankenwechseln 20, wird die Bestromung des elektrischen Antriebes 3 durch Aufhebung der Ansteuerung über ein PWM-Signal 29 unterbrochen. Ein Defekt an einem ersten Leistungshalbleiterbauelement 7 kann z. b. eine zeitweise oder dauerhafte ansteuer-unabhängige Hochohmigkeit des ersten Leistungshalbleiterbauelementes sein.

Bei voller Ansteuerung des elektrischen Antriebes 3 mit einem PWM-Taktsignal 29 von 100% wird zyklisch für eine kurze Zeitspanne das PWM-Taktsignal auf beispielsweise 99% reduziert. Im Normalbetrieb stellen sich bei diesem PWM-Taktsignal eine Anzahl A2 von Impulsen, d. h. Flankenwechseln 20 pro Zeitintervall ein. Die zu erwartende Anzahl A2 von Flankenwechseln 20 im Normalbetrieb des elektrischen Antriebes 3 im Vollastbetrieb, ist ebenfalls innerhalb des Mikrocontrollers 25 ( $\mu\text{C}$ ) abgespeichert. In diesem Betriebszustand wird nunmehr die Anzahl der durch die Auswerteschaltung 37, d. h. am Ausgang 16 des vorgespannten Komparatorelementes 14 ermittelten Flankenwechsel 20, A2\* mit der im Mikrocontroller 25 ( $\mu\text{C}$ ) abgespeicherten, für den Normalbetrieb gültigen Anzahl A2, von Flankenwechseln 20 verglichen. Stellt sich auch bei diesem Vergleich eine Unterschreitung der zu erwartenden Anzahl von Flankenwechseln 20, A2 durch die ermittelte Anzahl von Flankenwechseln 20 A2\* ein, so wird auf einen Defekt am ersten Leistungshalbleiterbauelement 7, am elektrischen Antrieb 3 im Freilaufkreis 6 oder an einer elektrischen Verbindung geschlossen. Über den Mikrocontroller 25 wird dann die Bestromung des elektrischen Antriebes 3 aufgehoben.

Figur 2 ist eine erweiterte Auswerteschaltung mit Spannungsabgriff zwischen erstem Leistungshalbleiterbauelement in vorgespanntem Komparatorbauelement der Auswerteschaltung zu entnehmen.

In der Ausführungsvariante gemäß Figur 2 ist im dem elektrischen Antrieb 3 zugeordneten Freilaufkreis eine mit L bezeichnete Induktivität enthalten. Ferner umfasst der dem elektrischen Antrieb 3 zugeordnete Freilaufkreis 6 ein zweites Leistungshalbleiterbauelement 32. Analog zur Darstellung gemäß Figur 2 ist die Spannungsquelle 1 in das Bordnetz 4 eines



hier nicht näher dargestellten Fahrzeuges, beispielsweise eines Kraftfahrzeuges integriert. Der Spannungsquelle 1 sind sowohl die Induktivität als auch der Kondensator 2 parallel geschaltet. Die Ansteuerung des elektrischen Antriebes 3 erfolgt durch das erste Leistungshalbleiterbauelement 7, welches beispielsweise als MOSFET oder als Bipolar-Transistor ausgebildet sein kann. Dessen Transistorbasis 8 (G) wird über die Ansteuerleitung 13 mit einem PWM-Signal 31 beaufschlagt. Analog zur Darstellung gemäß Figur 1 umfasst das erste Leistungshalbleiterbauelement 7 ein Drain-Gate 10 (D) sowie eine Source-Gate 9 (S). Der sich am ersten Leistungshalbleiterbauelement 7 einstellende Strom ist durch den mit I bezeichneten Pfeil angedeutet und stellt sich am ersten Leistungshalbleiterbauelement 7 entsprechend des PWM-Taktsignales 31 ein. Dem ersten Leistungshalbleiterbauelement 7 sind der erste Abgriff 11 und der zweite Abgriff 12 zugeordnet, über welchen der Strom, die Stromform oder aus der Stromform ermittelte Spannungsimpulse der Auswerteschaltung 37 zugeführt werden. Die Auswerteschaltung 37 entspricht im wesentlichen der Auswerteschaltung im Prinzipschaltbild gemäß Figur 1. Auch in der Auswerteschaltung 37 gemäß Figur 2 ist das Komparatorbauelement 14 durch eine Spannung 19 ( $V_{CC}$ ) beaufschlagt. Die am ersten Abgriff 11 bzw. am zweiten Abgriff 12 erzeugten Impulse rühren vom Durchschalten des ersten Leistungshalbleiterbauelementes 7 im Rahmen der Ansteuerung durch das PWM-Taktsignal 31 her, bei dem sich ein Strom I über das erste Leistungshalbleiterbauelement 7 einstellt, der einen auswertbaren oder zählbaren Impuls darstellt. Mit  $I_D$  ist der Strom im Drain-Zweig 10 bezeichnet, der entsprechend des PWM-Taktsignales fließt. Über den ersten Abgriff 11 bzw. den zweiten Abgriff 12 werden die auswertbaren oder zählbaren aus dem Stromfluss durch das erste Leistungshalbleiterbauelement 7 herrührenden Impulse dem ersten Komparatoreingang 17 (-) bzw. dem zweiten Komparatoreingang 18 (+) zugeführt. Der am zweiten Abgriff 12 erfasste Strom  $I_S$  fließt über einen Widerstand  $R_S$ , der bei KS mit der zum ersten Komparatoreingang 17 (-) zuführenden Leitung verbunden ist. Die Verbindungsstelle KS stellt gleichzeitig eine Temperaturerfassungstelle (Kelvin-Source) für das erste Leistungshalbleiterbauelement 7 dar.

Im Unterschied zur Auswerteschaltung 37 gemäß des Prinzipschaltbildes in Figur 1 ist dem ersten Abgriff 11 ein Absolutspannungsabgriff 36 zugeordnet. Am Absolutspannungsabgriff 36 kann der Absolutwert der Spannung  $U_1$  des ersten Leistungshalbleiterbauelementes 7 erfasst werden. Bei einer Blockierung oder einer Schwergängigkeit des elektrischen Antriebes 3 wird der absolute Wert der Spannung  $U_1$  eine Grenzspannung  $U_{1,Grenz}$  überschreiten. Der erfasste Absolutwert der Spannung  $U_1$  wird einem Eingang 38 des Mikrocontrollers 25 zugeführt. Überschreitet die am Absolutspannungsabgriff 36 erfasste Spannung  $U_1$  den zulässigen Spannungswert  $U_{1,Grenz}$ , so kann durch den Mikrocontroller 25 über die Ansteuerleitung 29 die Bestromung des ersten Leistungshalbleiterbauelementes 7 aufgehoben werden. Die Grenzspannung  $U_{1,Grenz}$  ist abhängig von dem PWM-Signal 31, mit welchem

das erste Leistungshalbleiterbauelement 7 sowie das im Freilaufkreis 6 enthaltene zweite Leistungshalbleiterbauelement 32 angesteuert werden. Ferner ist die Grenzspannung  $U_{1,Grenz}$  ebenfalls abhängig von der Versorgungsspannung  $U_B$  der Spannungsquelle 1. Daher wird die Spannung  $U_B$  der Spannungsquelle 1 dem Mikrocontroller 25 ( $\mu C$ ) an einem Eingang 30 zugeführt, ferner wird das PWM-Taktungssignal dem Mikrocontroller 25 zugeführt. Das die Grenzspannung  $U_{1,Grenz}$  beeinflussende PWM-Signal richtet sich danach, ob der elektrische Antrieb 3 im Teillastbereich oder im Volllastbereich betrieben wird.

Im Unterschied zur in Figur 2 dargestellten Ausführung des Freilaufkreises 6 enthält der Freilaufkreis 6 gemäß der Darstellung in Figur 2 das zweite Leistungshalbleiterbauelement 32. Das PWM-Taktsignal 31 wird demnach parallel einem ersten PWM-Ansteuerzweig 33 für das erste Leistungshalbleiterbauelement 7 sowie einem zweiten PWM-Ansteuerzweig 34 zur Ansteuerung des zweiten Leistungshalbleiterbauelementes 32 aufgegeben. In einen der PWM-Ansteuerzweige 33 bzw. 34 - in der Ausführungsvariante gemäß Figur 2 - im ersten PWM-Ansteuerzweig 33 ist ein Invertierbaustein 35 aufgenommen, um eine alternierende Ansteuerung des ersten Leistungshalbleiterbauelementes 7 und des im Freilaufkreis 6 aufgenommenen zweiten Leistungshalbleiterbauelementes 32 zu ermöglichen. Das erste Leistungshalbleiterbauelement 7 zur Ansteuerung des elektrischen Antriebes 3 im Teillast- bzw. im Volllastbereich wird demnach alternierend zum zweiten Leistungshalbleiterbauelement 32 betrieben, das im Freilaufkreis 6 des elektrischen Antriebes 3 aufgenommen ist.

Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren ermöglicht in beiden Ausführungsvarianten die Detektierung eines Blockierens bzw. einer Schwergängigkeit eines elektrischen Antriebes 3. Über das vorgeschlagene Verfahren kann auch die Drehzahl des elektrischen Antriebes 3 bestimmt werden. Es macht das vorgeschlagene Verfahren gemäß der Ausführungsvarianten nach Figur 1 bzw. 2 die Integration eines Shunt's überflüssig, der Verlustleistung generiert und damit Wärme produziert. Ferner werden aus der Leitungsführung sowie aus dem Schaltverhalten der Leistungshalbleiterbauelemente 7, 32 herrührende Verfälschungen hinsichtlich der Impulsaufnahme umgangen.

Bezugszeichenliste

5	1	Spannungsquelle
	2	Kondensator
	3	elektrischer Antrieb
	4	Bordnetz
	5	Freilaufdiode
10	6	Freilaufkreis elektrischer Antrieb
	7	erstes Leistungshalbleiterbauelement (MOSFET)
	8	Transistorbasis
	9	Source-Gate
	10	Drain-Gate
	11	erster Abgriff Leistungshalbleiterbauelement
	12	zweiter Abgriff Leistungshalbleiterbauelement
	13	Ansteuerung Transistorbasis
	14	Komparator
	15	Eingangsseite
20	16	Ausgangsseite
	17	erster Komparatoreingang (-)
	18	zweiter Komparatoreingang (+)
	19	Spannungsversorgung Komparator ( $V_{CC}$ )
	20	Ausgangsseitiger Impuls (Flankenwechsel)
25	21	erster Widerstand ( $R_1$ )
	22	zweiter Widerstand ( $R_2$ )
	23	dritter Widerstand ( $R_3$ )
	24	Anschluss zweiter Komparatoreingang
	25	Mikrocontoller ( $\mu C$ )
30	26	Eingangsseite ( $\mu C$ )
	27	Eingangsimpulse 20 vom Komparatorbauelement 14
	28	Ausgangsseite ( $\mu C$ )
	29	PWM-Ansteuerung
	30	Eingang $U_B$
35	31	PWM-Signaleinspeisung
	32	zweites Leistungshalbleiterbauelement (MOSFET)
	33	erster PWM-Ansteuerzweig
	34	zweiter PWM-Ansteuerzweig

- 35 Inverter-Baustein
- 36 Absolutspannungsabgriff
- 37 Auswerteschaltung
- 38 Eingang Absolutspannungswert  $U_1$
- 5  $G \triangleq$  Gate
- $D \triangleq$  Drain
- $S \triangleq$  Source
- $I_S \triangleq I_{\text{Sense}}$
- $KS \triangleq$  Kelvin Source
- 10  $R_S \triangleq R_{\text{Sense}}$

Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion einer Schwergängigkeit oder des Blockierens eines elektrischen Antriebes (3), welcher über ein Leistungshalbleiterbauelement (7) angesteuert wird und der elektrische Antrieb (3) im Teillast- (PWM < 100%) und im Vollastbereich (PWM = 100%) abhängig von der Taktung eines PWM-Signals (29, 31) betreibbar ist und eine Auswerteschaltung (37) mit einem Mikrocontroller (25) in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, dass in der Auswerteschaltung (37) aus dem über das erste Leistungshalbleiterbauelement (7) fließenden Strom I innerhalb eines Zeitintervalles generierte Impulse erfasst werden und die Anzahl ermittelter Impulse  $A1^*$ ,  $A2^*$  mit der zu erwartenden Anzahl von Impulsen A1, A2, verglichen werden.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die bei jedem Durchschalten des ersten Leistungshalbleiterbauelementes (7) entsprechend des PWM-Signales (29, 31) fließenden Ströme I auswertbare Impulse erzeugen, die über Abgriffe (11, 12) der Auswerteschaltung (37) zugeführt werden.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die der Auswerteschaltung (37) zugeführte Impulsanzahl  $A1^*$ ,  $A2^*$  mit einer zu erwartenden Anzahl von Impulsen A1, A2 verglichen wird.
4. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die Abgriffe (11, 12) erfassten Impulse einem Komparatorbauelement (14) der Auswerteschaltung (37) zugeführt werden.
5. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Komparatorbauelement (14) mit einer Spannung  $V_{CC}$  (19) beaufschlagt ist.
6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung  $V_{CC}$  (19) einem der Eingänge (17, 18) des Komparatorbauelementes (14) aufgeschaltet wird.
7. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die am ersten Leistungshalbleiterbauelement (7) erfassten Impulseingänge (17, 18) des Komparatorbauelementes (14) zugeführt werden, welches bei Überschreiten einer Eingangsspannung  $V_{CC}$  seinen Ausgang (16) umschaltet.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der beim Umschalten des Ausganges (16) auftretenden Flankenwechsel (20) einem Eingang (27) des Mikrocontrollers (25) zugeführt wird.
- 5 9. Verfahren gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei Teillastbetrieb (PWM-Taktsignal < 100%) des elektrischen Antriebes (3), die in der Auswerteschaltung (37) ermittelte Anzahl von Flankenwechseln (20)  $A1^*$  im Mikrocontroller (25) mit der zu erwartenden Anzahl von Flankenwechseln (20),  $A1$  verglichen wird.
- 10 10. Verfahren gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei Vollastbetrieb (PWM-Taktsignal = 100%) des elektrischen Antriebes (3) das PWM-Signal (29, 30) zyklisch auf ein reduziertes PWM-Signal geschaltet wird und die in der Auswerteschaltung (37) ermittelte Anzahl von Flankenwechseln (20)  $A2^*$  im Mikrocontroller (25) mit der zu erwartenden Anzahl von Flankenwechseln (20)  $A2$  verglichen wird.
- 20 11. Verfahren gemäß der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei Unterschreitung der zu erwartenden Anzahl von Flankenwechseln (20)  $A1$ ,  $A2$  durch die ermittelte Anzahl  $A1^*$ ,  $A2^*$  von Flankenwechseln (20) auf einen Defekt am ersten Leistungshalbleiterbauelement (7), am elektrischen Antrieb (3) in einem Freilaufkreis (6) geschlossen wird und die Bestromung des elektrischen Antriebes (3) aufgehoben wird.
- 25 12. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung eines elektrischen Antriebes (3), welchem ein ein zweites Leistungshalbleiterbauelement (32) enthaltender Freilaufkreis (6) zugeordnet ist, über ein PWM-Signal (31) erfolgt, welches einem ersten PWM-Ansteuerzweig (32) und einem zweiten PWM-Ansteuerzweig (34) zur alternierenden Ansteuerung der Leistungshalbleiterbauelemente (7, 32) aufgeben wird.
- 30 13. Verfahren gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das PWM-Signal (31) in einem der PWM-Ansteuerzweige (33, 34) invertiert wird.
- 35 14. Verfahren gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass an einem der dem ersten Leistungshalbleiterbauelement (7) zugeordneten Abgriffe (11, 12) ein Absolutwert einer Spannung  $U_1$  erfasst und dem Mikrocontroller (25) eingangsseitig aufgegeben wird.

15. Verfahren gemäß Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass im Mikrocontroller (25) ein Vergleich des erfassten Absolutwertes der Spannung  $U_1$  mit einer Grenzspannung  $U_{1,Grenz}$  erfolgt unter Anpassung der Grenzspannung  $U_{1,Grenz}$  an das PWM-Signal (29) und die Versorgungsspannung  $U_B$  der Spannungsquelle (1).

5

16. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der an einem der Gates (9, 10) des ersten Leistungshalbleiterbauelementes (7) fließende Strom über einen Widerstand ( $R_S$ ) der Auswerteschaltung (37) zugeführt wird.

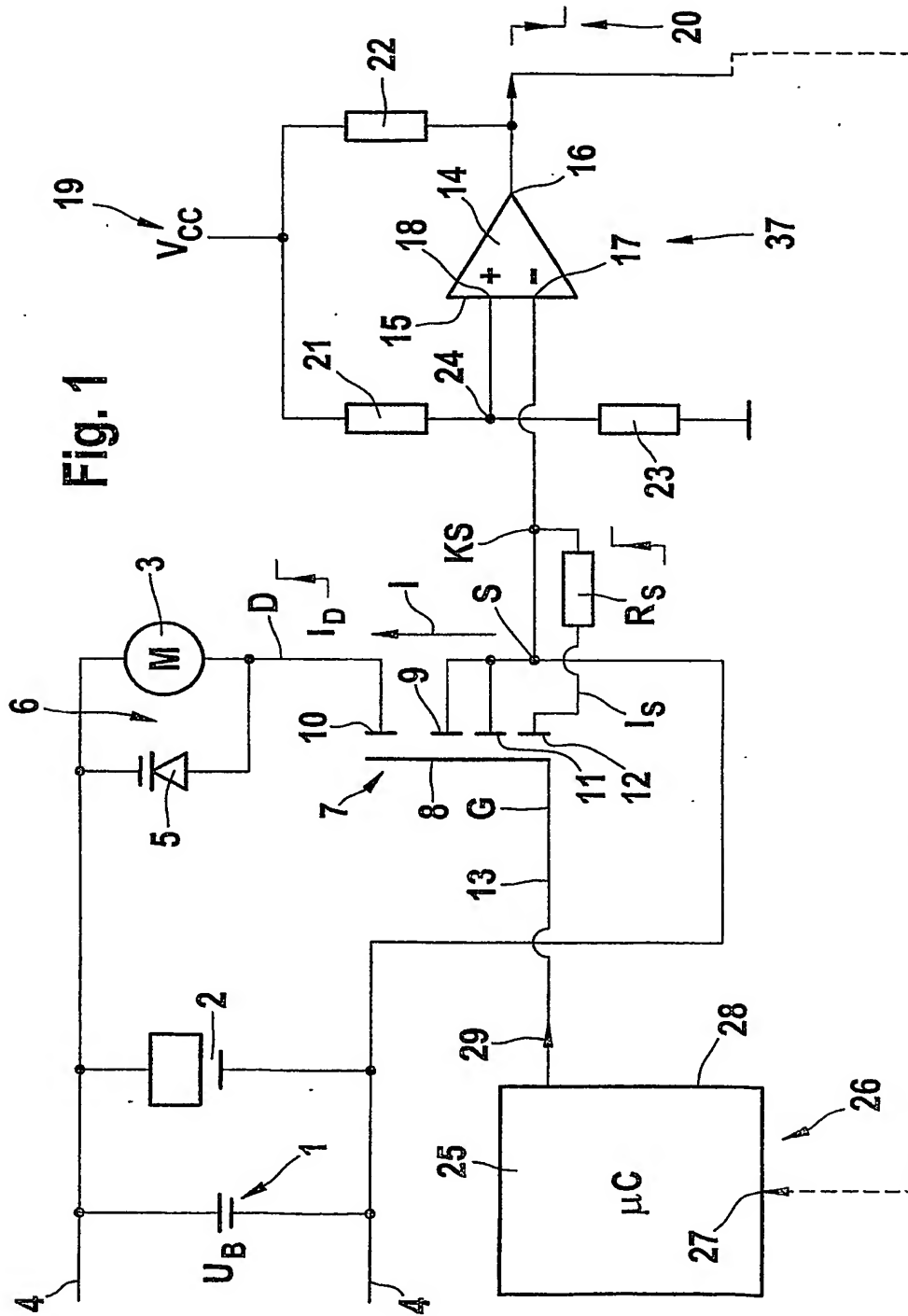
Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Detektion einer Schwergängigkeit oder des Blockierens eines elektrischen Antriebes (3), welcher über ein erstes Leistungshalbleiterbauelement (7) angesteuert wird. Der elektrische Antrieb (3) ist sowohl im Teillastbereich (PWM-Taktsignal  $< 100\%$ ) als auch im Volllastbereich (PWM-Taktsignal  $= 100\%$ ) betreibbar, jeweils abhängig von der Taktung des PWM-Signales (29, 30). Eine Auswerteschaltung (37) steht mit einem Mikrocontroller (25) in Verbindung. In der Auswerteschaltung (37) werden aus dem über das erste Leistungshalbleiterbauelement (7) fließenden Strom I innerhalb eines Zeitintervalles generierte Impulse erfasst und die Anzahl der ermittelten Impulse  $A1^*$ ,  $A2^*$  mit einer zu erwartenden Anzahl  $A1$ ,  $A2$  von Impulsen verglichen.

(Figur 1)



Fig. 1



**Fig. 2**

